



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 88107116.1

(51) Int. Cl. 4: H01F 27/28, H01F 19/04

(22) Anmeldetag: 04.05.88

Die Anmeldung wird, wie ursprünglich eingereicht, unvollständig veröffentlicht (Art. 93 (2) EPÜ). Die Stelle der Patentansprüche, die offensichtlich eine Auslassung enthält, ist als Lücke an der entsprechenden Stelle ersichtlich.

(30) Priorität: 02.06.87 DE 3718383

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.12.88 Patentblatt 88/49

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT NL

(71) Anmelder: VACUUMSCHMELZE GMBH
Grüner Weg 37 Postfach 2253
D-6450 Hanau 1(DE)

(72) Erfinder: Hielscher, Edwin, Dipl.-Ing.
Taunusstrasse 18
D-6370 Oberursel 6(DE)
Erfinder: Loges, Werner, Dipl.-Ing.
Jägerstrasse 32
D-6457 Maintal 3(DE)

(54) Hochfrequenz-Leistungsübertrager.

(55) Hochfrequenz-Leistungsübertrager, insbesondere für nach dem Resonanzprinzip arbeitende Schaltnetzteile in Sandwich-Bauweise, wobei auf dem Mittelschenkel (1) zumindest eines weichmagnetischen Kernteils (2) ein hülsenförmiger Spulenträger (7, 8) sitzt, auf dem die mehrteilig ausgeführten Primär- und Sekundärwicklungen (9, 12) zusammen mit kreisringförmigen Isolations- bzw. Isolations-Distanzscheiben (13) zur Erzielung definierter Kopplungsfaktoren und definierter Streuinduktivitäten kombinierbar stapelbar sind.

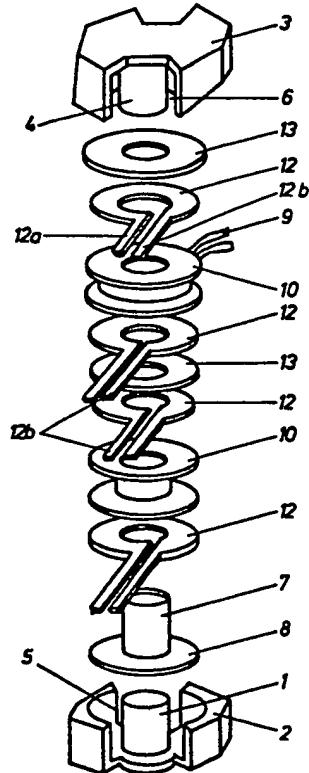


FIG 1

Hochfrequenz-Leistungsübertrager

Die Erfindung betrifft einen Hochfrequenz-Leistungsübertrager gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Schaltnetzteile werden bekanntlich zur Energieversorgung von elektrischen Geräten, wie Personal-Computer, Videomonitoren und dgl. verwendet, in denen meist mehrere verschiedene Verbraucher mit unterschiedlichen Spannungen, insbesondere Gleichspannungen, versorgt werden müssen. Um die Baugröße dieser Schaltnetzteile möglichst klein zu halten, werden zum Betreiben dieser Netzteile möglichst hohe Frequenzen verwendet. Besonders vorteilhaft haben sich sogenannte getaktete Netzteile herausgestellt, wobei aber mit Erhöhung der Betriebsfrequenz meist eine Erhöhung der Schaltverluste in den Gleichrichter-Bauelementen einhergeht, was mit einer Wirkungsgradverminderung verbunden sein kann.

Dieses Problem kann meist durch den Einsatz von sinusförmigen Strömen und Spannungen beherrscht werden, um den Nachteil hoher Anstiegsgeschwindigkeiten von Strom und Spannung zu vermeiden. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, die Betriebsfrequenz bis in den MHz-Bereich hinein zu steigern. Die Schaltnetzteile können hierbei in Serien- oder Parallel-Resonanz betrieben werden. Für die nach dem Resonanzprinzip arbeitenden Schaltnetzteile besteht ein besonderes Problem darin, daß bei den Leistungsübertragern eine definierte Streuinduktivität eingehalten werden muß.

Bei einem durch die DE-OS 35 42 103 bekannt gewordenen Hochfrequenz-Leistungsübertrager wird das Problem der Streuinduktivität dadurch gelöst, daß einer der Mittelschenkel zweier symmetrisch zueinander angeordneter Ferrit-Topferne entsprechend verkürzt ausgeführt wird. Die Verkürzung des Mittelschenkels - bedingt durch den dabei entstehenden Luftspalt - hat eine sehr große Streuinduktivität zur Folge. Diese Maßnahme soll bewirken, daß bei Laständerungen die Ausgangsspannungen sowie die Resonanzfrequenz des Kreises nahezu konstant bleiben. Hierbei sind die in herkömmlicher Wicklungstechnik erstellte Primärwicklung und Sekundärwicklung auf je einen Mittelschenkel einer Topfkernhälfte angeordnet. Eine Änderung der Streuinduktivität ist nur durch Änderung des Luftpaltes bzw. durch eine Änderung der Länge der Mittelschenkel möglich.

Durch den Aufsatz "Power Transformer Design for 1 MHz Resonant Converter" in der Zeitschrift HFPC Proceedings, Mai 1986, Seiten 36 bis 54 ist ein Hochfrequenz-Leistungsübertrager bekannt geworden, der eine Art Sandwich-Bauweise aufweist. Wie Fig. 1 und 2 dieses Aufsatzes zeigen, werden

5 bei dem bekannten Leistungsübertrager zwei Ferritkerne verwendet, wobei der in Fig. 1 dargestellte Kern eine EI-Kombination und der in Fig. 2 dargestellte Kern eine EE-Kombination aufweist. Wie aus Bild 2 dieser Veröffentlichung hervorgeht, sind die Primärwicklungen auf einem dielektrischen Basismaterial spiralförmig angeordnete Leiterbahnen.

10 Die Sekundärwicklungen bestehen aus aufeinander geschichteten Leiterplatten mit dazwischen gelegten Isolatoren. Um eine galvanische Netz trennung zwischen der Primär- und Sekundärseite zu gewährleisten, wurde ein eigens hierfür entwickelter Spulenkörper vorgesehen. Zur Verminderung sowohl der Streuinduktivität als auch des Platzbedarfs wird der Übertrager in die Platine des Schalt netzteiles integriert. Nachteilig bei dieser Ausführungsform ist, daß als Trägermaterial für die Primärwicklung kupferbeschichtete Platinen verwendet werden, welche nur eine beschränkte Höhe der Leiterbahnen erlauben.

15 Da zwischen den einzelnen spiralförmig angeordneten Windungen Mindestabstände eingehalten werden müssen, steht für den Primärstrom nur ein relativ kleiner Kupferquerschnitt zur Verfügung. Wird eine größere Ausgangsleistung gefordert, so bedingt dies primär- als auch sekundärseitig größere Kupferquerschnitte, denen auf der Primärseite nur mit einer größeren Anzahl von Platinen und somit einer größeren Bauform Rechnung getragen werden kann. Es hat sich gezeigt, daß die Verluste der bei hohen Frequenzen eingesetzten Leistungsübertrager im wesentlichen durch Stromverdrängungseffekte (Skin-Effekt, Proximity-Effekt) in der Primärwicklung entstehen. Diese Effekte lassen sich mit dem gegebenen Wicklungsaufbau nicht minimieren. Ein weiterer Nachteil ergibt sich durch den platinenintegrierten Aufbau, da - wie aus Bild 1 ersichtlich - der Leistungsübertrager direkt an der Platine zusammengefügt werden muß, wodurch höhere Montagekosten entstehen. Ferner ist eine Änderung der Streuinduktivität bei einer bereits vorhandenen Bauform nicht ohne weiteres möglich.

20 25 30 35 40 45 50 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hochfrequenz-Leistungsübertrager der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 beschriebenen Art zu schaffen, mit dem sich nicht nur eine besonders kleine sondern auch eine genau definierte Streuinduktivität erreichen läßt. Diese Aufgabe wird bei einem Hochfrequenz-Leistungsübertrager durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den Unteransprüchen.

Anhand der Zeichnung, in der mehrere Ausführungsbeispiele dargestellt sind, wird die Erfindung

näher erläutert; es ze

Fig. 1 die explosionsartig auseinandergezogenen Teile eines Hochfrequenz-Leistungsübertragers.

Fig. 2 verschiedene Wicklungskombinationen,

Fig. 3 die Abhängigkeit der Streuinduktivität L vom Abstand a und

Fig. 4 die Schnittansicht eines in Fig. 2b - schematisch dargestellten Hochfrequenz-Leistungsübertragers.

Fig. 5 die Schnittansicht eines schematisch dargestellten Hochfrequenz-Leistungsübertragers mit verkürztem Spulenträger.

Fig. 1 zeigt den erfindungsgemäßen mechanischen Aufbau des Hochfrequenz-Leistungsübertragers, der nach dem Sandwich-Prinzip aufgebaut ist. Die dargestellte Ausführungsform veranschaulicht eine der vielen Möglichkeiten, um die einzelnen Wicklungen miteinander zu verschachtern, wobei sich in dieser Form eine besonders kleine Streuinduktivität erreichen lässt. Auf zusätzliche Isolierungen der Leitungsherausführungen, insbesondere der Sekundärwicklungsteile wurde wegen einer besseren Darstellbarkeit verzichtet.

Mit 1 ist der Mittelschenkel eines weichmagnetischen Kernteils 2 bezeichnet, der zusammen mit einem Kernteil 3 mit Mittelschenkel 4 den eigentlichen Kern des Leistungsübertragers bildet. Die Kernteile 2 und 3 sind vom E-Typ, wobei die Mittelschenkel 1 und 4 rund und die die Spulen aufnehmenden Räume 5 und 6 im Bereich der Kernteile 2 und 3 entsprechend ringzyklisch ausgebildet sind. Die zylindrische Form der Mittelschenkel ist besonders vorteilhaft, da die zu stapelnden Bauelemente kreisringförmig ausgebildet sein können, was deren Herstellbarkeit erheblich erleichtert. Es ist aber verständlich, daß auch Kernteile verwendet werden können, bei welchen die Mittelschenkel im Querschnitt quadratisch oder rechteckig geformt sein können, bei entsprechender Ausbildung der sie umgebenden Räume 5 und 6.

Auf dem Mittelschenkel 1 ist ein hülsenförmiger Spulenträger 7 aufschiebbar, der einen Flansch 8 aufweist, mit dem er sich gegen den Kernteil 2 abstützt. Auf den Spulenträger 7 sind die Wicklungsteile 9 der Primärwicklungen bzw. die diese tragenden Spulenkörper 10 und die Wicklungsteile 12 der Sekundärwicklungen sowie dazwischenliegende Isolationsscheiben 13 aufstapelbar. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 sind die Spulenkörper 10 für die Wicklungsteile 9 der Primärwicklung kreisringförmig ausgebildet, wobei in einem vorzugsweise U-förmigem Querschnitt die Wicklung 9 eingelegt ist.

Fig. 1 zeigt eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Sekundärwicklungsteile 12, die als

flache, einzilige, kreisringförmige Stanzteile mit Anschlußfahnen 12a und 12b ausgeführt sind. Normalerweise sind die Anschlußfahnen 12a und 12b isoliert herausgeführt. Es wird darauf hingewiesen, daß mehrere Wicklungsteile 12 der Sekundärwicklung hintereinander schaltbar sind, wobei dann zusammengehörende Anschlußfahnen 12b miteinander elektrisch verbunden werden. Diese Verbindung kann nach außen geführt werden und stellt dann eine Mittelanzapfung der in Reihe geschalteten Wicklungsteile.

Nachdem die Wicklungsteile 9 bzw. deren Spulenkörper 10 sowie die Wicklungsteile 12 und die Isolationsscheiben 13 entsprechend placiert auf den Spulenträger 7 aufgestapelt sind, wird der Spulenträger 7 auf den Mittelschenkel 1 des Kernteiles 2 aufgeschoben. Dann wird von oben der Kernteil 3 aufgesetzt, wobei der Mittelschenkel 4 in das Innere des hülsenförmigen Spulenträgers 7 eingreift, wodurch sämtliche Teile zueinander gesichert sind. Die Kernteile 2 und 3 können mit Hilfe von federnden Klammern, welche nicht dargestellt sind, gegeneinander gepreßt werden. Durch die seitlichen Ausnehmungen in den Kernteilen 2 und 3 werden die Anschlußfahnen 12a und 12b sowie die Anschlüsse der Wicklungsteile 9 herausgeführt.

Erfindungsgemäß kann mit dem in Fig. 1 dargestellten prinzipiellen Aufbau eine definierte Streuinduktivität mit den Isolationsscheiben 13 zwischen den Primärwicklungsteilen 9 und den Sekundärwicklungsteilen 12 eingestellt werden und zwar durch die jeweilige Anzahl der Isolationsscheiben und deren Stärke.

In Fig. 2 sind einige der grundsätzlichen Wicklungskombinationen dargestellt, mit welchen ein großer Streuinduktivitätsbereich in Abhängigkeit des Abstandes a überstrichen werden kann. Mit 12 sind wiederum die Sekundärwicklungsteile und mit 9 die Primärwicklungsteile dargestellt. Die dünnen Linien 13 stellen Isolierscheiben bzw. Isolier-Distanzscheiben dar.

Mit einer Wicklungsanordnung nach Fig. 2a läßt sich eine sehr kleine, fest eingestellte Streuinduktivität bei guter Kopplung erreichen. Die Anordnung gemäß Fig. 2b erlaubt eine gute Einstellbarkeit kleiner Streuinduktivitätswerte im Gegensatz zu dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2c, mit welcher relativ große Streuinduktivitäten vorgegeben werden können. Fig. 2d zeigt eine Ausführungsform gemäß Fig. 2a, jedoch mit zusätzlichen Primär- und Sekundärwicklungsteilen.

Das Schaubild gemäß Fig. 3 läßt den Zusammenhang zwischen der Streuinduktivität L und dem Abstand a, erzeugt durch die Abstandsisolationscheiben 13, für verschiedene Wicklungskombinationen erkennen. Mit größer werdendem Abstand a ergibt sich zwangsläufig eine geringfügige Verschlechterung des Kopplungsfaktors zwischen

Primär- und Sekundärwicklungsteilen, die aber einen vernachlässigbaren Einfluß auf die Übertragbarkeit der Leistung hat. Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 2d zeigt weiter, daß auch mit mehr als zwei Primärteilwicklungen eine einstellbare Streuinduktivität realisiert werden kann.

Eine Aufteilung der Primärwicklung in mehrere Teilwicklungen auf mehreren Spulenköpfen hat den Vorteil, daß durch die bessere räumliche Verteilung der Windungen kleinere Stromverdrängungseffekte (Kupferverluste) als in den Ausführungsbeispielen nach Fig. 2a bis 2c erreicht werden können. Es besteht die Möglichkeit - außer Massivkupferdrähten -, auch HF-Litze mit beliebigem Querschnitt und Litzenzahl auf den einzelnen Spulenköpfen einzusetzen. Dies gilt gleichermaßen für die Primärwicklung als auch für die Sekundärwicklungen. Im Ausführungsbeispiel sind sekundärseitig Massivkupferbleche eingesetzt, die bei höheren Frequenzen zur Minimierung der Stromverdrängungseffekte gegen mehrere dünne zueinander isolierte Kupferbleche ersetzt werden können.

Die in den Schaltnetzteil-Anwendungen benötigten unterschiedlichen Ausgangsleistungen der Übertrager erfordern verschiedene Kupferquerschnitte der Wicklungen. Dies ist problemlos mit dem erfindungsgemäßen Wicklungsprinzip möglich. Die gezeigten Beispiele sind mit vier Sekundärwicklungen ausgeführt, welche beliebig nach den jeweiligen Anforderungen, wie Ausgangsspannung und Ausgangstrom, verschaltbar sind. Eine Erhöhung oder Reduzierung der Anzahl der Wicklungsteile ist jederzeit möglich.

Fig. 4 zeigt eine Schnittbildzeichnung des Hochfrequenz-Leistungsübertragers, der entsprechend der Wicklungskombination nach Fig. 2b aufgebaut ist. Die nach den VDE-Richtlinien geforderten Luft- und Kriechstrecken können bei entsprechender Wahl der Primärwicklungsdurchmesser und der sekundärseitigen Kupferblech-Durchmesser einfach eingehalten werden. Auf eine Isolation zwischen den Primärwicklungsteilen 9 und den Sekundärwicklungsteilen 12 kann in dieser besonderen Ausführungsform verzichtet werden, da die Spulenträger 10 über den Spulenträger 7 geschoben sind. Die Herausführung der Anschlußdrähte für die Primär- und Sekundärseite erfolgt durch eine räumliche Trennung von 180°. Hierfür sind am besten die Kernformen mit einem runden Mittelschenkel, wie die RM-, PM- und ETD-Typen geeignet.

Fig. 5 zeigt eine Schnittbildzeichnung des Hochfrequenz-Leistungsübertragers mit einem verkürzten gemeinsamen Spulenträger (7, 8). In dieser Ausführungsform umhüllt der gemeinsame Spulenträger (7, 8) im zusammengebauten Zustand nur einen Teil der Mittelschenkel (1, 4) und ein weiterer Spulenkörper (11) ist direkt auf den freibleibenden

Teil des Mittelschenkels (4) aufgesteckt. Diese Ausführungsform kann insbesondere dann vorteilhaft eingesetzt werden, wenn eine der Wicklungen - im dargestellten Beispiel die Primärwicklung (9) - eine hohe Windungszahl erfordert, oder eine Wicklung mit einem größeren Leiterquerschnitt benötigt wird.

Durch die Verwendung einfacher Stanzteile für die Sekundärwicklungen, Abstandsisolations scheiben und Isolationsscheiben sowie unkomplizierte Spritzgußteile für die Spulenkörper wird eine kostengünstige Herstellung ermöglicht. Je nach Anwendungsfall können die einzelnen Komponenten durch einfaches Stapeln zusammengefügt werden. Fertigungstechnisch gesehen, führt dies zu einer flexiblen Automatisierung von Hochfrequenz Leistungsübertragern. Die so gefertigten Bauteile können, um eine höhere mechanische Festigkeit und eine bessere Netzisolation zu erlangen, vergossen werden. Der Einbau in die gedruckten Schaltungen geschieht in der gewohnten Technik, wobei aber besonders kleine Streuinduktivitätswerte erreicht werden können, wenn die Gleichrichterdioden direkt mit den sekundärseitigen Anschlußblechen verbunden sind und nicht über die Leiterbahnen der Platinen.

Ansprüche

- 30 1. Hochfrequenz-Leistungsübertrager, insbesondere für nach dem Resonanzprinzip arbeitende Schaltnetzteile in Sandwich-Bauweise, wobei auf den Mittelschenkeln weichmagnetischer Kernteile ein oder mehrere Primär- und Sekundärwicklungen aufstapelbar sind, die nach dem Zusammenfügen der Kernteile fixiert und gehalten sind, dadurch gekennzeichnet,
daß auf dem Mittelschenkel (1) zumindest eines weichmagnetischen Kernteils (2) ein hülsenförmiger Spulenträger (7, 8) sitzt, daß die Primär- und Sekundärwicklungen mehrteilig ausgeführt sind und daß die einzelnen Wicklungsteile (9, 12) mindestens zum Teil zusammen mit kreisringförmigen Isolations- bzw. Isolations-Distanzscheiben (13) zur Erzielung definierter Kopplungsfaktoren und definierter Streuinduktivitäten kombinierbar auf den hülsenförmigen Spulenträger (7, 8) stapelbar sind.
- 35 2. Hochfrequenz-Leistungsübertrager nach Patentanspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wicklungsteile (9) auf kreisringförmigen Spulenköpfen (10) aus Isoliermaterial mit vorzugsweise U-förmigem Querschnitt untergebracht sind.
- 40 3. Hochfrequenz-Leistungsübertrager nach den Ansprüchen 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
- 45
- 50
- 55

daß einzelne Wicklungsteile (12) als flache einwinkelige kreisringförmige Stanzteile mit Anschlußfahnen (12a, 12b) ausgeführt sind.

4. Hochfrequenz-Leistungsübertrager nach Anspruch 3,

5

dadurch gekennzeichnet,

daß mehrere Stanzteile zur Bildung von Wicklungsteilen (12) mit mehreren Windungen und/oder Mittelanzapfungen zusammengefaßt sind.

5. Hochfrequenz-Leistungsübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

10

dadurch gekennzeichnet,

daß der hülsenförmige, allen Wicklungsteilen (9, 12) gemeinsame Spulenträger (7, 8) auf dem Mittelschenkel (1) des einen Kernteils (2) aufsteckbar ist, derart, daß er im zusammengebauten Zustand auch den Mittelschenkel (4) des anderen Kernteils (3) umhüllt und zentriert.

15

6. Hochfrequenz-Leistungsübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

20

dadurch gekennzeichnet,

daß der hülsenförmige, allen Wicklungsteilen (9, 12) gemeinsame Spulenträger (7, 8) auf dem Mittelschenkel (1) des einen Kernteils (2) aufsteckbar ist, derart, daß er im zusammengebauten Zustand nur einen Teil der Mittelschenkel (1, 4) umhüllt und daß mindestens ein Spulenkörper (11) direkt auf den freibleibenden Teil der Mittelschenkel (1, 4) aufsteckbar ist.

25

7. Hochfrequenz-Leistungsübertrager nach Anspruch 5 oder 6,

30

dadurch gekennzeichnet,

daß die Spulenkörper (10) der einzelnen Wicklungsteile (9) und/oder der rohrförmige Spulenträger (7, 8) als Spritzgußteile hergestellt sind.

35

8. Hochfrequenz-Leistungsübertrager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Spulenkörper (10) der einzelnen Wicklungsteile (9) und/oder der rohrförmige Spulenträger (7, 8) als Spritz-

40

45

50

55

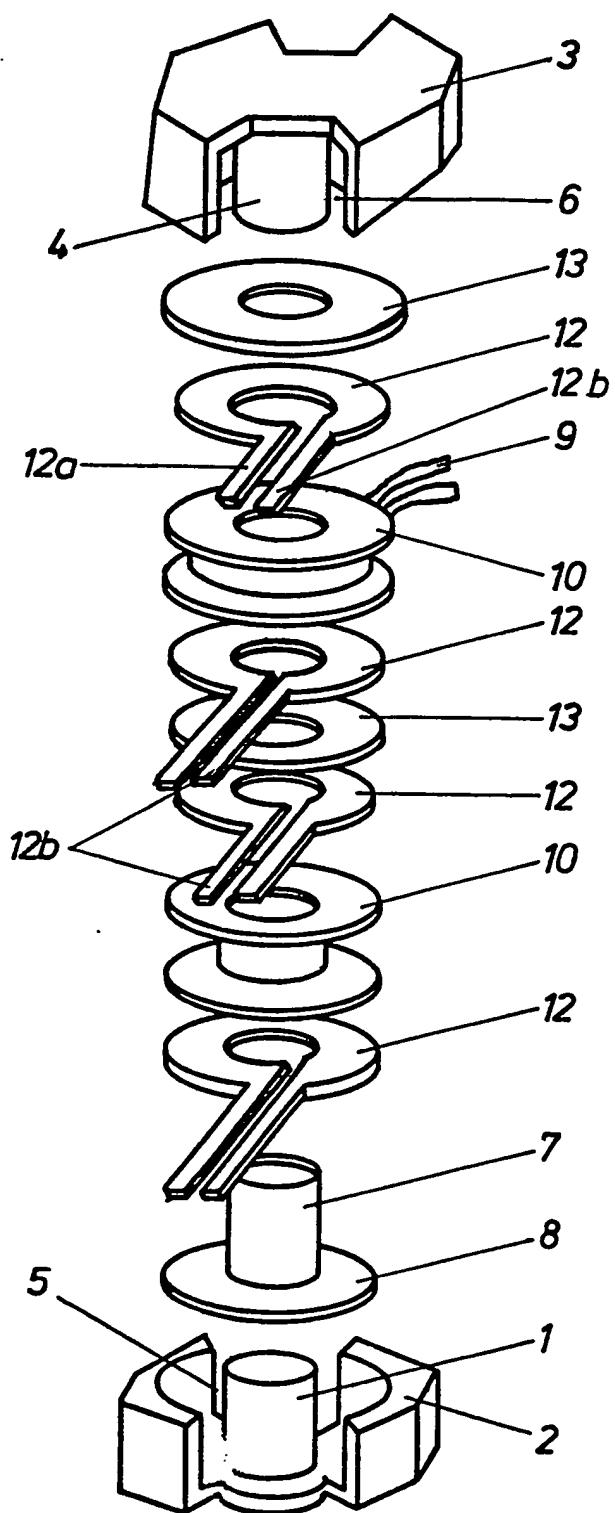


FIG 1

87 P 9557

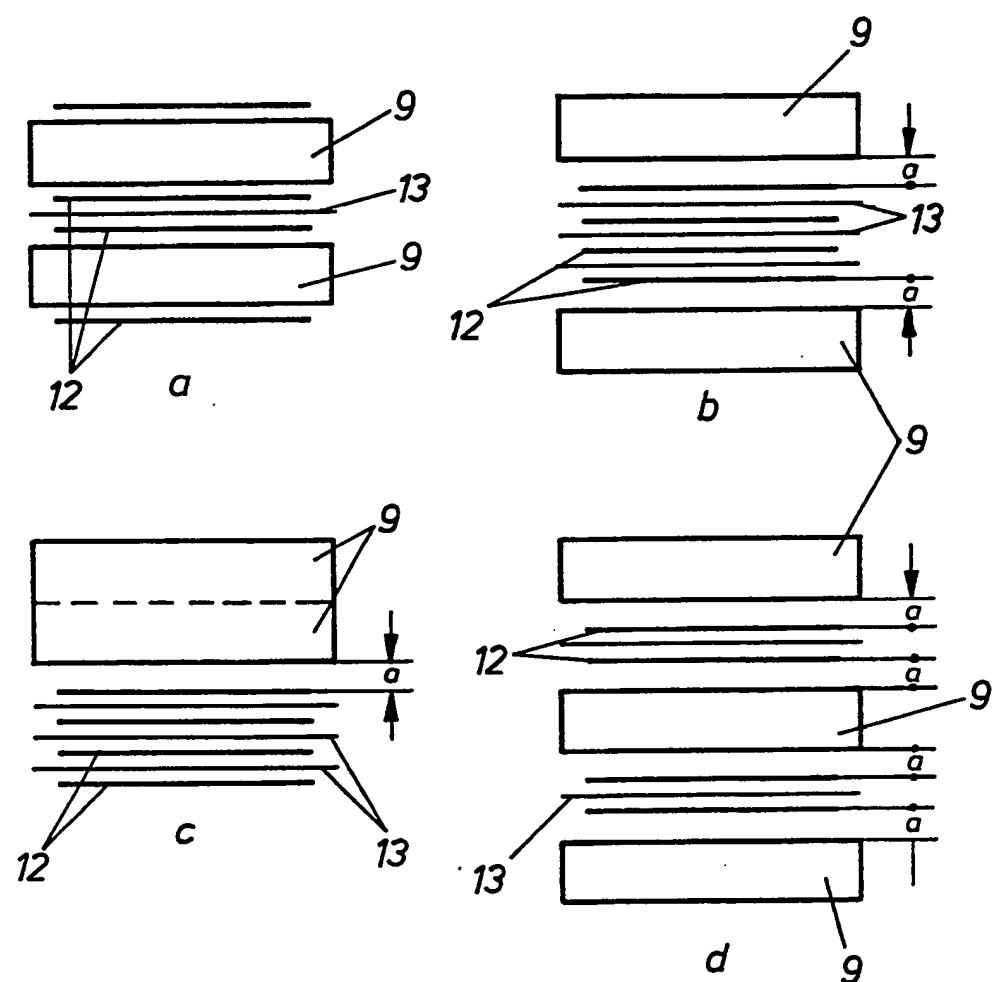


FIG 2

87 P 9557

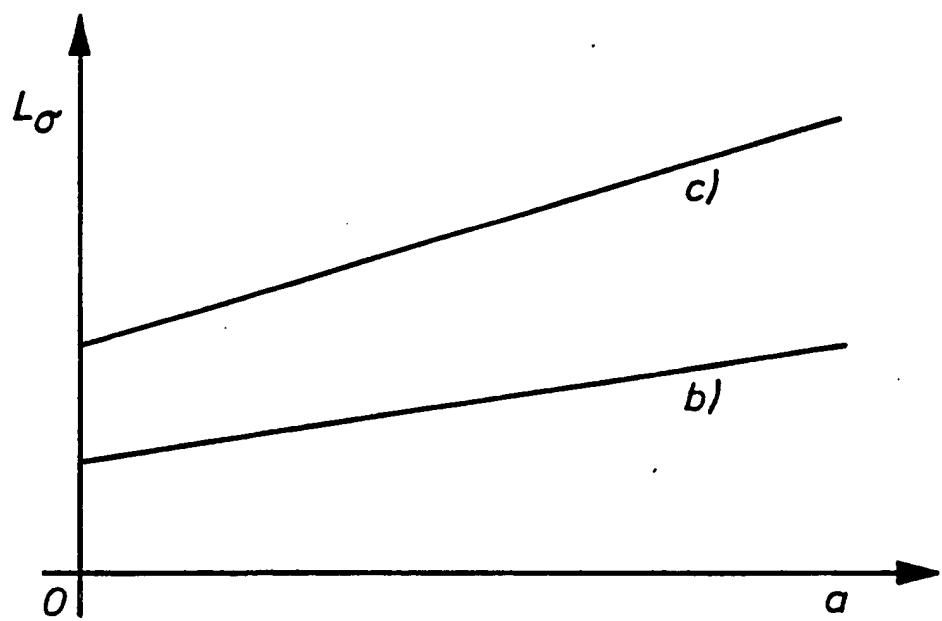


FIG 3

87 P 9557

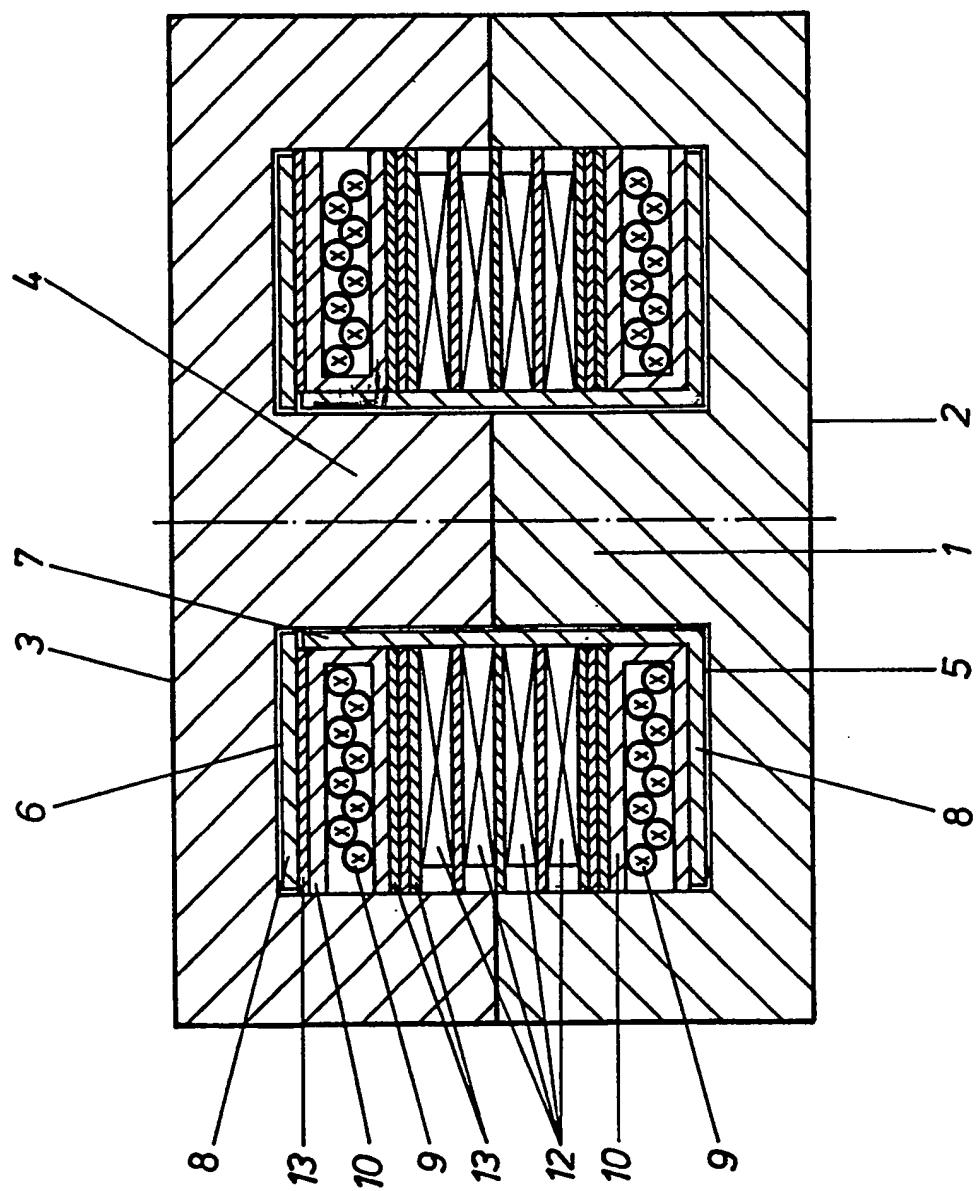


FIG 4

87 P 9557

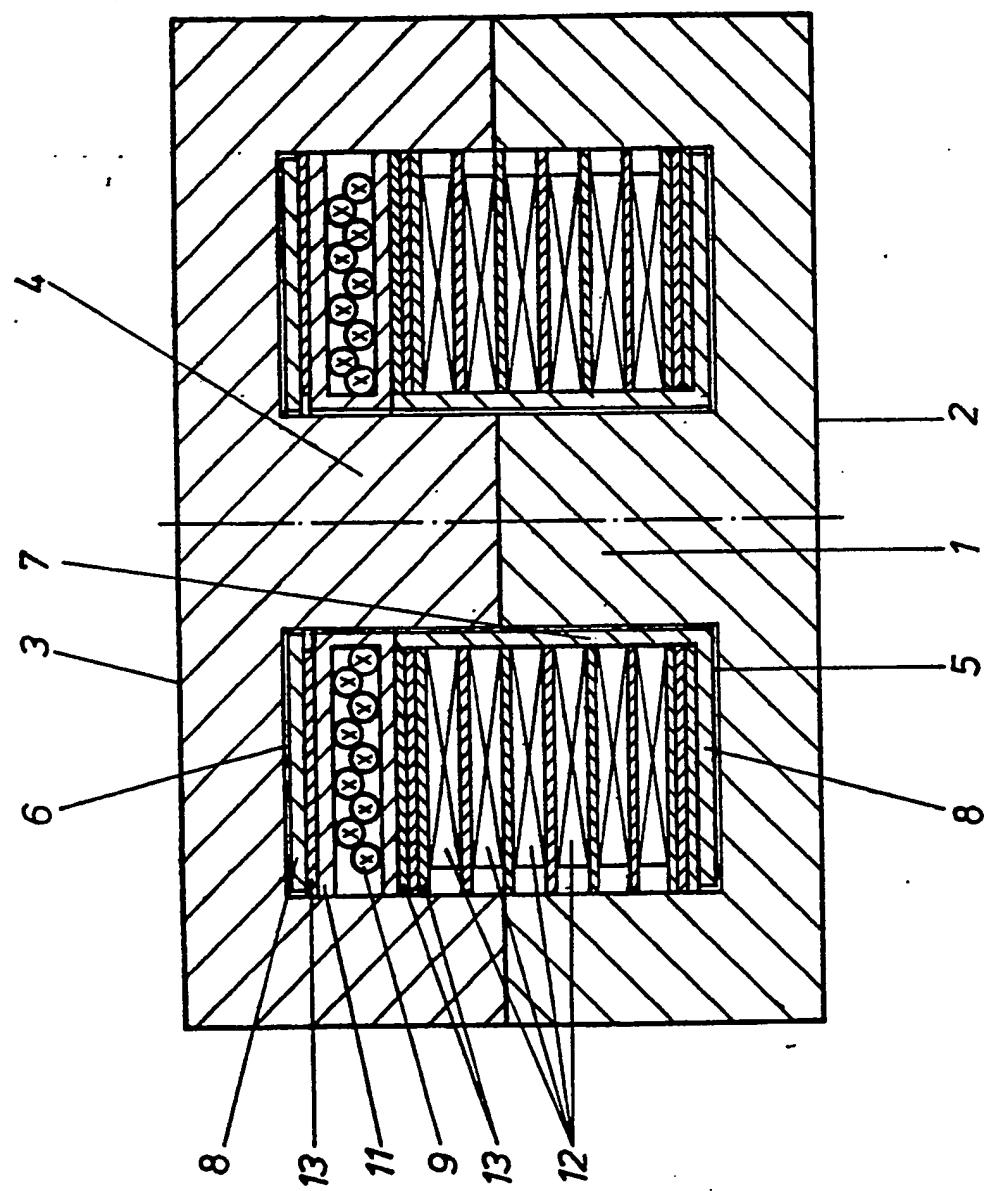


FIG 5



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CL4)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 10, Nr. 217 (E-423)[2273], 29. Juli 1986; & JP-A-61 54 607 (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD) 18-03-1986 * Zusammenfassung * ---	1	H 01 F 27/28 H 01 F 19/04
A	DE-A-2 645 536 (REBOUX) * Seite 9, Zeilen 14-24; Seite 11, Zeile 9 - Seite 12, Zeile 11; Figur 1 * -----	1,2,5,7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. CL4)
			H 01 F
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		09-09-1988	BIJN E.A.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			